Journal of Horticultural Science
https:// jhs.um.ac.ir

Research Article
Vol. 36, No. 3, Fall 2022, p. 631-642

Study of Genetic Variation and Heritability of some Flower Traits in different Chrysanthemum (*Chrysanthemum morifolium*) Genotypes

B. Moradi Ashour[1]*, K. Parvizi[2], M.H. Azimi[3]

Received: 17-10-2021
Revised: 28-10-2021
Accepted: 08-12-2021
Available Online: 25-11-2022

How to cite this article:
Moradi Ashour, B., Parvizi, K., & Azimi, M.H. (2022). Study of Genetic Variation and Heritability of some Flower Traits in different Chrysanthemum (*Chrysanthemum morifolium*) Genotypes. *Journal of Horticultural Science 36*(3): 631-642. (In Persian with English abstract)
DOI: 10.22067/jhs.2021.72920.1094

Introduction

The evaluation of morphological, phenological and agronomical characteristics is one of the first steps for the initial study of germplasm. It can also be conferred as basic information for the breeder to study genetic diversity for particular purposes. Chrysanthemum (*Chrysanthemum morifolium*) is a perennial herbaceous plant of the family *Asteraceae* with simple coniferous leaves and alternate arrangement on its branched stems and has composite flowers. The first stage in breeding programs is to study genetic variation of the selected plants. This study was conducted in order to evaluate the genetic variation of flower traits for selected Chrysanthemum genotypes for three years. Researchers use different methods to estimate genetic diversity of plants including DNA markers, isozymes and morphological traits. Use of morphological traits that are easily measured and have high heritability is a convenient tool to assess the level of genetic diversity of plants.

Materials and Methods

The origin of the tested genotypes was from the gene bank of the Research Institute of Flowers and Ornamental Plants. The results of random crosses between different chrysanthemum clones were evaluated. The research was conducted for four consecutive years. The aim of the first year experiment was positive selection of genotypes. In fact, the best genotypes were selected. In addition, negative selection of different genotypes was performed. During this selection period, similar genotypes were removed. Selected genotypes (20 genotypes) were evaluated based on a completely randomized design with three replications using seven morphological traits including number of flower per plant, period of flowering, flower diameter, number of petal row, petal length, Fresh weight and dry weight of flower. Statistical analyses including analysis of variance, correlation coefficient, and heritability, phenotypic and genotypic coefficient of variation were estimated using SAS 9.0 software.

Results and Discussion

After performing Bartlett test and confirming the uniformity of variances, combined analysis was performed for three years. The results of analysis of variance showed that the effect of the year was significant only for the number of flowers per plant and the flowering period. The results of three-year analysis of variance showed that there was significant difference among the genotypes for the number of flowers per plant, flowering period, number of petal rows, fresh and dry flower weight. There was a significant difference ($p \leq 0.05$) among the years only in flowering period and number of flowers per plant. The highest variation observed between flowering period and flower diameter. The highest coefficient of phenotypic and genetic variation obtained for the number of petal rows, flower fresh weight and petal length. The lowest coefficient of phenotypic and genetic variation obtained for fresh and dry flower weight and number of flowers per plant. The highest positive genetic and phenotypic correlation coefficient estimated between flowering period with flower diameter, number of rows of

1 and 2- Assistant Professor and Associate Professor, Department of Horticulture Crops Research, Hamedan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Hamedan, Iran, respectively.
(*- Corresponding Author Email: Behmoradi@hsri.ac.ir)
3- Assistant Professor of Ornamental Plant Researches Center, AREEO, Mahallat, Iran

petals and fresh weight of flowers which is important for the simultaneous breeding of these traits. The results of this study showed that flower diameter, flowering period, petal length and number of petal rows showed high general heritability. Therefore these results indicate that the selection process for these traits is effective and can be used in the breeding programs. The results of this study showed that highest number of petal rows belonged to B136 genotype. Genotype 31 with forty-three days of flowering period had the highest flowering length compared to other genotypes. GenotypeC85 had 202 flowers per plant. These genotypes can be used as parents especially to increase the flowering period and the number of petal rows due to the general heritability of over fifty percent of these traits. It is also suggested that traits such as petal color and resistance to important pests (including black chrysanthemum aphid, flower thrips pest) and important diseases (including Fusarium wilt, verticillium wilt and leaf spot) should be studied. The superior genotype can be selected if statistically significant difference observed among of genotypes.

Conclusion

It is a fact that chrysanthemums has characteristics such as variation of flower shape and color, plant size, form and flowering period that is widely used in landscape. In this research significant difference observed among the genotypes. Also some of measured traits had a high general heritability due to the positive and significant correlation of these traits that can be used to improve other genotypes and their traits.

Keywords: Chrysanthemum, Genetic variation, Selection and heritability

نشریه علوم باغبانی
https:// jhs.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۳۶، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۱، ص.۶۴۲-۶۳۱

بررسی تنوع ژنتیکی و وراثت‌پذیری برخی ویژگی‌های گل در ژنوتیپ‌های مختلف داوودی (***Chrysanthemum morifolium***)

بهروز مرادی عاشور[1*]- خسرو پرویزی[2]- محمد حسین عظیمی[3]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۷/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۹/۱۷

چکیده

اولین مرحله در هر برنامه اصلاحی، اطلاع از میزان تنوع موجود در مواد گیاهی است که برنامه به‌نژادی بر روی آن انجام می‌شود. این آزمایش به منظور بررسی تنوع ژنتیکی برخی خصوصیات مورفولژیکی گل در ژنوتیپ‌های انتخابی گل داوودی (*Chrysanthemum morifolium*) طی مدت سه سال در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. نتایج تجزیه واریانس در طی سه سال نشان داد که بین ژنوتیپ‌ها برای صفات تعداد گل در بوته، طول دوره گلدهی، تعداد ردیف گلبرگ و وزن ترگل تفاوت معنی‌دار آماری وجود داشت. بین سال‌های آزمایش نیز تنها برای صفات طول دوره گل-دهی و تعداد گل در بوته تفاوت معنی‌دار آماری وجود داشت. بیشترین تنوع نیز بین صفات طول دوره گل‌دهی و قطر گل مشاهده گردید. بیشترین ضریب تغییرات فنوتیپی و ژنتیکی برای صفات تعداد ردیف گلبرگ، وزن تر گل و طول گلبرگ به دست آمد و کم‌ترین ضریب تغییرات فنوتیپی و ژنتیکی برای صفت وزن تر و خشک گل و نیز تعداد گل در بوته بدست آمد. بیشترین ضرایب همبستگی ژنتیکی و فنوتیپی مثبت بین طول دوره گل‌دهی با قطر گل، تعداد ردیف گلبرگ و وزن تر گل برآورد گردید که جهت اصلاح همزمان این صفات حائز اهمیت خواهد بود. نتایج این مطالعه نشان داد که صفات قطرگل، طول دوره گل‌دهی، طول گلبرگ و تعداد ردیف گلبرگ دارای وراثت‌پذیری عمومی بالایی بودند که این امر نشان‌دهنده این‌است که عمل گزینش برای این صفات موثر بوده و می‌توان از این صفات در برنامه‌های اصلاحی استفاده نمود. بیشترین تعداد ردیف گلبرگ مربوط به ژنوتیپ B136 بود. ژنوتیپ 31 نیز با چهل و سه روز طول دوره گل‌دهی بالاترین طول گل‌دهی را نسبت به سایر ژنوتیپ‌های بررسی شده در سال سوم به خود اختصاص داد. ژنوتیپ C85 با تعداد ۲۰۲ گل بیشترین در هر بوته را دارا بود. که می‌توان از این ژنوتیپ‌ها به عنوان والد، بخصوص جهت افزایش طول دوره گل‌دهی و افزایش تعداد ردیف گلبرگ سایر ارقام، با توجه به وراثت‌پذیری عمومی بالای پنجاه درصد این صفات استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: انتخاب و وراثت‌پذیری عمومی، تنوع ژنتیکی، داوودی

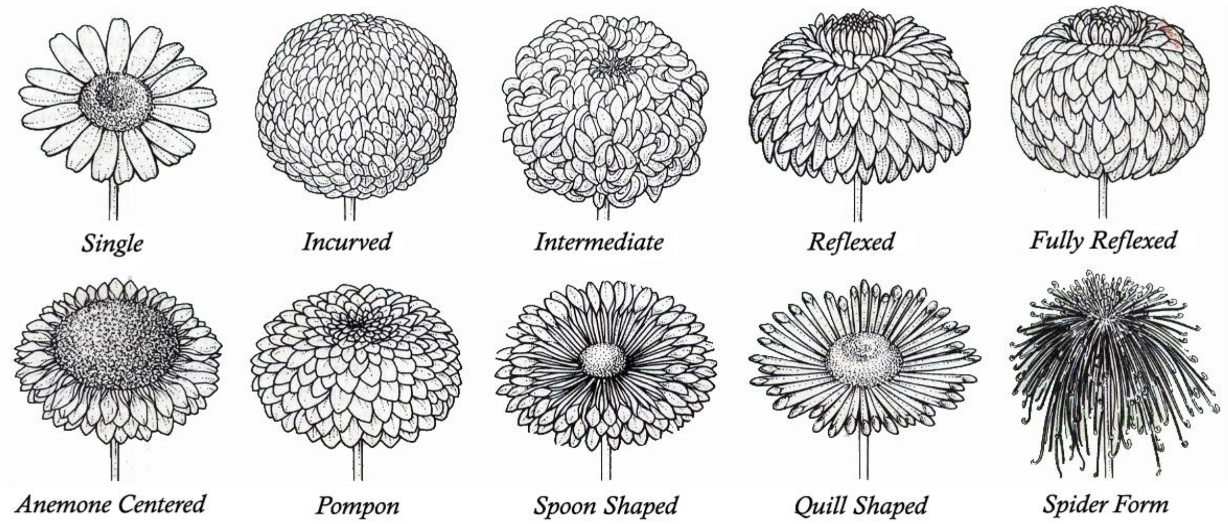
مقدمه

داوودی (*Chrysanthemum morifolium*) گیاهی چند ساله علفی از تیره آستراسه (Asteraceae) با برگ‌های ساده کنگره‌دار با آرایش متناوب می‌باشد و ساقه‌های منشعب آن دارای گل‌آذین کلاپرک می‌باشد (Shafee 2008 and; Langton *et al.*, 1999; Christopher, 2003). این گیاه بطور طبیعی بوسیله استولون‌هایی که به یک روزت از برگ‌ها ختم می‌شوند بقاء خود را تا چند سال حفظ می‌کند و علاوه بر آن به روش غیرجنسی و توسط قلمه تکثیر می شود. در برنامه‌های اصلاحی از بذر نیز برای ایجاد تنوع استفاده می گردد (Christopher, Patil *et al.*, 1992Langton *et al.*, 1999; 2003;). گل داوودی، دگرگشن و هگزاپلوئید (۲n=۶x=۵۴) می‌باشد اما تعداد کروموزوم در ارقام و گونه‌های مختلف، متغیر و متفاوت است. ابتدا به تنوع و نحوه توارث صفات مورفولوژیکی در داوودی که توسط محققین مختلف مورد مطالعه قرار گرفته، پرداخته می‌شود (Sarangi *et al.*, 1994). ساختار پیچیده و متنوع گل در داوودی (شکل ۱ و ۲) و

۱ و ۲- به‌ترتیب استادیار و دانشیار پژوهشی بخش تحقیقات علوم زراعی-باغی، مرکزتحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران
(*-نویسنده مسئول: Email: Behmoradi@hsri.ac.ir)
۳- استادیار پژوهشی پژوهشکده گل و گیاهان زینتی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، محلات، ایران

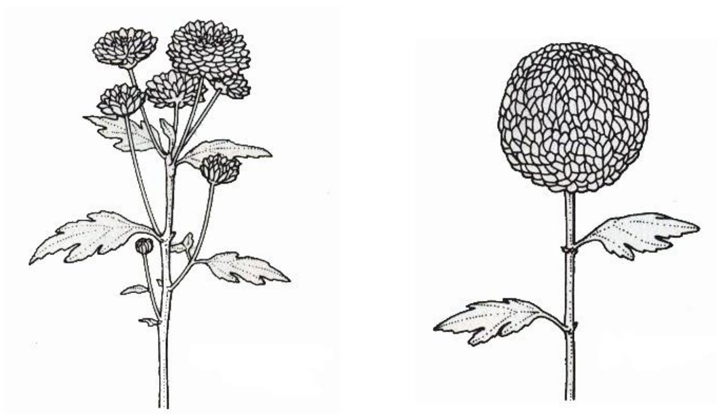
DOI: 10.22067/jhs.2021.72920.1094

ترکیب ژنتیکی بسیار پیچیده این گیاه منجر به ایجاد صدها رقم از آن گردیده (اکثر ارقام گل‌دهنده آن هگزاپلوئید می‌باشند). داوودی‌های جدید علاوه بر قابلیت گل‌دهی در سراسر سال، نسبت به انواع اولیه سالم‌تر بوده و ساقه‌های قوی‌تری تولید می‌نمایند و تنوع رنگ و فرم گل بیشتری دارند (Patil et al., 1992; Christopher and Shafee 2003; Shafee 2008).



شکل ۱- شکل‌های مختلف گل در داوودی

Figure 1- Different shapes of *Chrysanthemum morifolium* flower



شکل ۲- فرم استاندارد (راست) وفرم اسپری (چپ) گل در داوودی

Figure 2- Standard form (right) and spray form (left) of *Chrysanthemum morifolium* flower.

اکثر صفات کمی پیچیده می‌باشند و به مقدار زیاد تحت تاثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرند، به این علت برآوردهای وراثت‌پذیری مفید هستند. مطالعه همبستگی صفات مهم و اقتصادی برای انجام گزینش توام در برنامه‌های اصلاحی اهمیت دارد (Patil et al., 1992; Sharma, 1998)، این امر بیانگر برتری گزینش همزمان برای بیش از یک صفت است. به‌عنوان مثال اغلب ارقام زودرس از گل‌های کوچک برخوردار هستند. بهبود یک صفت از طریق گزینش برای صفت دیگر، نه تنها با همبستگی ژنوتیپی و فنوتیپی مرتبط است، بلکه به واریانس ژنوتیپی آنها نیز بستگی دارد. ارتباط نامطلوب بین صفات مهم میزان پیشرفت گزینش را کاهش می‌دهد (Abdmishani et al., 2000; Arora, 1999; Salehan, 2017; Sandhu et al., 1993; Sarangi et al., 1994 and Shafee, 2008).

نتایج تنوع ژنتیکی گل داوودی توسط راگاوا و همکاران (Raghava et al., 1992) نشان داد که، صفات ارتفاع گل، تعداد روز تا گل‌دهی، اندازه گل، تعداد گل در گیاه و عملکرد گل دارای وراثت‌پذیری بالایی هستند. همچنین بیشترین ضریب تنوع ژنتیکی را در مورد صفات عملکرد گل در گیاه و تعداد گل در گیاه و اندازه گل

مشاهده نمودند. همبستگی مثبت ومعنی‌داری بین ارتفاع بوته و اندازه گل، تعداد گل در گیاه و عملکرد گل، تعداد روز تا گلدهی و تعداد گل در بوته و عملکرد گل در گیاه، اندازه گل و عملکرد گل در بوته، تعداد گل در بوته و عملکرد گل در گیاه مشاهده نمودند. تحقیقات سیروهی و همکاران (Sirohi *et al.*, 2000) در ۵۷ ژنوتیپ داوودی نشان داد که ضرایب تنوع ژنتیکی و فنوتیپی بالایی برای صفات تعداد گل در هر گیاه و قطر دیسک وجود دارد. وراثت‌پذیری و همچنین پیشرفت ژنتیکی بالایی برای صفات تعداد شاخه در هر گیاه تعداد گلبرگ در هر گل و قطر دیسک مشاهده گردید. همچنین ضرایب تنوع فنوتیپی نسبت به ضرایب تنوع ژنتیکی برای تمام صفات مطالعه شده بالاتر بودند (Sirohi *et al.*, 2000). در مطالعه پاتیل و همکاران (Patil *et al.*, 1992) در ۱۵ ژنوتیپ داوودی همراه با ۱۵صفت کمی، تنوع معنی‌داری در بین ارقام برای تمام صفات مشاهده شد، وراثت‌پذیری عمومی و پیشرفت ژنتیکی بالایی برای تعداد برگ، سطح برگ و تعداد گل در بوته بدست آورده شد. در تحقیقی توسط لانگتن و همکاران (Longton *et al.*, 1999)، مشاهده گردید که بیشترین میانگین طول ساقه گل داوودی و وزن تازه مربوط به رقم اسنودون بود. بیشترین وزن تازه در فصل تابستان در مقایسه با سایر فصول بدست آمد. ولی بیشترین وزن گل در بهار مشاهده گردید. همچنین کم‌ترین وزن گل در فصل پاییز مربوط به واریته دلتا بود. بیشترین تنوع برای صفات وزن گل، ارتفاع و سرعت گل‌دهی مربوط به واریته اسنودون بود که پس از گزینش این تنوع به حداقل رسید (Longton *et al.*, 1999). با توجه به اینکه اولین مرحله در هر برنامه اصلاحی اطلاع از میزان تنوع موجود در مواد گیاهی است که برنامه به‌نژادی بر روی آن انجام می‌شود (Sandhu *et al.*, Hedge *et al.*, 1997; 1993 and Sarangi *et al.*, 1994). این اطلاعات به متخصصین اصلاح‌نباتات کمک می‌کند تا با توجه به مشخصات مواد گیاهی مورد آزمایش، روش اصلاحی مطلوب را در مورد هر صفت پی‌گیری نمایند.

مطالعه گوناگونی ژنتیکی در میان مواد ژنتیکی، فرصت گزینش والدهای متفاوت را برای دورگ‌گیری فراهم می‌آورد، انتظار می‌رود این نوع والدها در ترکیب با سایر والدها نتاج تفکیک یافته برتری را تولید کنند (Kearsey *et al.*, 1996; Desh *et al.*, 1998 ; Moradiashour *et al.*, 2019). به همین دلیل پژوهشی به مدت سه سال به منظور بررسی تنوع ژنتیکی جهت استفاده در برنامه های به نژادی آینده به خصوص در گزینش والدهای متفاوت برای دورگ-گیری انجام گردید.

مواد و روش‌ها

تعداد ۲۰ ژنوتیپ از بانک ژن پژوهشکده گل و گیاهان زینتی محلات برای انجام این پژوهش تهیه شدند. در این پژوهش، نتاج حاصل از تلاقی‌های تصادفی بین کلون‌های مختلف داوودی مورد ارزیابی قرار گرفتند. پژوهش در طی چهار سال متوالی (۱۳۸۲ تا ۱۳۸۶) در این پژوهشکده انجام شد. در سال اول، گزینش مثبت ژنوتیپ‌ها صورت گرفت که در واقع ژنوتیپ‌های برتر انتخاب گردیدند. علاوه بر این، گزینش منفی ژنوتیپ‌ها انجام شد که طی این سال‌ها ژنوتیپ‌های مشابه حذف گردیدند. در سال دوم، سوم و چهارم (۸۳، ۸۴ و ۸۵) ژنوتیپ‌های انتخاب شده از سال‌های قبل، به مدت سه سال، به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی که ژنوتیپ‌ها (۲۰ ژنوتیپ) به عنوان تیمار در نظر گرفته شده بودند در ۳ تکرار کشت گردیدند (جدول ۱)، هر واحد آزمایشی شامل ۵ ردیف به طول ۲ متر، فاصله بین ردیف ۳۰ سانتی‌متر، و درون ردیف ۲۰ سانتیمتر در نظر گرفته شد. دو ردیف کناری بعنوان حاشیه در نظر گرفته شدند، به منظور اندازه‌گیری تنوع ژنتیکی داخل ژنوتیپ‌ها و مطمئن بودن از یکنواختی آنها تعدادی بوته (۱۰ بوته) به‌صورت تصادفی انتخاب شدند.

جدول ۱- ژنوتیپ های داوودی بررسی شده در طی سه سال

Table 1- *Chrysanthemum morifolium* genotypes studied during three years

شماره No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
کدژنوتیپ Genotype code	B98	33	80	48	A87	B136	125	178	A143	22	165	A105	31	116	100	115	48	F3	C85	B117

صفات مورد ارزیابی در این آزمایش بر اساس دستورالعمل UPOV (Sirohi *et al.*, 2000) عبارتند از: طول دوره گل‌دهی (تفاوت تعداد روز تا اولین گل‌دهی و تعداد روز تا آخرین گل‌دهی)، تعداد گل در بوته (شمارش تعداد گل موجود در هر بوته)، قطر گل (به میلی‌متر در هر بوته)، وزن ترگل (به گرم)، وزن خشک گل (گرم پس از قراردادن در آون۷۵ درجه به مدت ۴۸ ساعت)، طول گلبرگ (به میلی‌متر)، از بزرگ‌ترین گل در هر بوته و تعداد ردیف گلبرگ (شمارش بیشترین تعداد ردیف گلبرگ موجود در هر گل).

داده‌های حاصل از اندازه‌گیری صفات فوق، در قالب طرح بلوک-های کامل تصادفی با سه تکرار مورد تجزیه واریانس قرارگرفت.

میانگین‌مربعات محاسبه شده برای هر منبع تغییر و برای هر صفت بر اساس امید ریاضی میانگین مربعات به اجزای آن تفکیک گردید. واریانس ژنتیکی و همچنین کوواریانس فنوتیپی و ژنوتیپی (میانگین حاصل‌ضرب‌ها MP) محاسبه و برآورد گردید (Bhatt 1973; Sharma 1998). برای مطالعه ارتباط بین صفات مختلف با یکدیگر ضرایب همبستگی فنوتیپی و ژنوتیپی براساس کوواریانس‌های آنها بین صفات محاسبه گردید (Shafee Sarangi *et al.*, ; 1994 2008). ضرایب همبستگی ژنوتیپی (r_g) با استفاده از تجزیه و تحلیل کوواریانس و برآورد مقادیر واریانس و کوواریانس با توجه به فرمول زیر (رابطه۱) محاسبه گردیدند:

رابطه ۱: $r_g=\delta_{gxy}/\sqrt{\delta^2_{gx}\times \delta^2_{gy}}$

دراین فرمول، δ_{gxy} جزء متشکله کوواریانس ژنتیکی، δ^2_{gx} و δ^2_{gy} به ترتیب جزء متشکله واریانس ژنتیکی برای صفات X و Y می‌باشند. در محاسبه همبستگی فنوتیپی (r_{ph}) از فرمول زیر (رابطه ۲) استفاده گردید.

رابطه ۲: $r_{ph}=\delta_{gxy}+ \delta_{xy} /\sqrt{(\delta^2_{gx}/r+ \delta^2_x/r)\ (\delta^2_{gy}/r+ \delta^2_y/r)}$

در این فرمول δ_{xy} جزء متشکله کوواریانس محیطی و δ^2_x و δ^2_y به ترتیب جزء متشکله واریانس محیطی برای صفات X و Y می‌باشند.

برای برآورد وراثت‌پذیری عمومی صفت X، با توجه به امید ریاضی میانگین‌مربعات از تفاوت میانگین‌مربعات تیمار (MS_t) از میانگین‌مربعات خطا (MS_e) تقسیم بر تعداد تکرار (r)، واریانس ژنتیکی (δ^2_{gx}) را محاسبه: MS_t-MS_e/r و سپس از طریق فرمول زیر (رابطه ۳) وراثت‌پذیری عمومی (h^2_{BS}) برآورد می‌گردد (δ^2_{phx} واریانس فنوتیپی):

رابطه ۳: $h^2_{BS} = \delta^2_{gx} / \delta^2_{phx}$

در تجزیه و تحلیل‌های آماری داده‌های این آزمایش از نرم افزارهای آماری SAS و Excel استفاده گردید (Kearsey *et al.*, ; 1996 Moradiashour *et al.*, 2019). ژنوتیپ‌های نهایی انتخاب شده در سه سال تواما مورد آنالیز قرار گرفت که متغیر سال به عنوان متغیر تصادفی و ژنوتیپ بعنوان متغیر ثابت در نظر گرفته شد و براساس امید ریاضی هر منبع تغییر، مخرج F تعیین و F مورد نظر محاسبه، سپس مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

نتایج و بحث

تجزیه و تحلیل داده‌های ژنوتیپ‌ها طی سه سال (تجزیه مرکب)

پس از انجام آزمون بارتلت و تایید یکنواختی واریانس‌ها اقدام به تجزیه مرکب سه سال باهم گردید. نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر سال تنها درمورد صفات تعداد گل در بوته و طول دوره گل‌دهی معنی‌دار بوده و سال‌های مختلف بر سایر صفات موثر نبود. برای تفسیر بهتر و ارایه بهتر نتایج صفات بطور جداگانه آورده می‌شود:

جدول ۲- نتایج آمار توصیفی (میانگین، حداقل، حداکثر، انحراف معیار و ضریب تغییرات) صفات اندازه گیری شده در ژنوتیپ‌های داوودی

Table 2- Results of descriptive statistics (mean, minimum, maximum, standard deviation and coefficient of variation) measured traits of *Chrysanthemum morifolium* genotypes

صفات Traits	میانگین Mean	حداقل Minimum	حداکثر Maximum	انحراف معیار Standard deviation	ضریب تغییرات Coefficient of variation
تعداد گل در بوته Number of flower per plant	124.94	5	202	36.5	17.12
طول دوره گلدهی Period of flowering (day)	30.26	7	43	24.24	21.32
قطرگل Flower diameter (mm)	44.02	18.45	76.81	12.2	24.41
تعداد ردیف گلبرگ Number of petal row	11.43	1	32	22.21	19.32
طول گلبرگ Petal length (mm)	33.16	12.15	65.88	24.07	26.54
وزن ترگل Flower fresh weight (g)	10.52	5.4	167.37	25.83	29.69
وزن خشک گل Flower dry weight (g)	3. 79	1.12	33	42.52	31.32

تعداد گل در بوته

ژنوتیپ‌ها از لحاظ این صفت تفاوت معنی‌دار آماری با یکدیگر نشان دادند (جدول ۳). این صفت نسبت به سایر صفات دارای وراثت پذیری عمومی پایینی بوده (کمتر از ۵۰ درصد) و دارای ضریب تنوع

بالای فنوتیپی بوده (۶۷/۶۶) به عبارت دیگر این صفت تحت تاثیر محیط بوده و سهم ژنتیک در بروز این صفت و تنوع آن پایین است (جدول ۴). صفت مورد بررسی با صفات طول گلبرگ و طول دوره گل‌دهی همبستگی منفی و معنی‌داری داشته بنابراین با افزایش تعداد گل در بوته طول گلبرگ کاهش یافته است (جدول ۵) که از بین ژنوتیپ‌ها، ژنوتیپ C85 با تعداد ۲۰۲ گل در هر بوته دارای بیشترین تعداد گل در هر بوته می‌باشد (جدول ۲،۶ و ۷). نتایج بدست آمده از این تحقیق با نتیجه سیروهی و همکاران (Sirohi *et al.*, 2000) که بر روی ۵۷ ژنوتیپ داوودی انجام دادند مطابقت دارد و آن ها نیز ضرایب تنوع فنوتیپی بالاتری را نسبت به ضرایب تنوع ژنتیکی در صفت تعداد گل در هر بوته مشاهده کردند.

طول دوره گل‌دهی

با توجه به اینکه گل داوودی با ویژگی‌هایی مانند تنوع فرم و رنگ گل، اندازه بوته، توانایی فرم‌پذیری و طول دوره گل‌دهی کاربرد زیادی در فضای سبز دارد (Christopher, 2003). بهبود این ویژگی مطلوب می‌تواند کاربرد این گیاه را در فضای سبز بیشتر نماید (Salehan *et al.*, 2017). بر اساس نتایج جدول ۳ بین ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌دارآماری مشاهده گردید و وراثت‌پذیری عمومی نسبتا خوبی (۵۸/۵ درصد) را دارا بود که می‌توان از این صفت جهت بهبود ژنوتیپ‌های دیگر، همچنین افزایش صفات دیگر با توجه همبستگی مثبت و معنی‌دار این صفت بخصوص با صفات قطر گل و تعداد ردیف گلبرگ استفاده نمود (جداول ۴ و ۵). پاتیل و همکاران (Patil *et al.*, 1992) نیز وزاثت‌پذیری بالی ۵۰ درصد برای این صفت بدست آوردند. ژنوتیپ 31 با چهل و سه روز طول دوره گل‌دهی بالاترین دوره گل دهی را نسبت به سایر ژنوتیپ‌های بررسی شده داشت (جدول ۶).

قطر گل

ژنوتیپ‌ها از لحاظ قطر گل تفاوت معنی دار آماری نداشتند (جدول ۳)، اما ضریب همبستگی این صفت با طول دوره گل‌دهی و تعداد ردیف گلبرگ، مثبت و معنی‌دار و با بقیه صفات همبستگی معنی‌داری نداشت. به این معنی که با افزایش طول دوره گل‌دهی و تعداد ردیف گلبرگ، قطر گل نیز افزایش می‌یابد که از این نظر با توجه به وراثت پذیری عمومی بالای این صفت (۶۱/۲ درصد) می توان در برنامه‌های اصلاحی بر انتخاب ژنوتیپ‌های برتر از این صفت استفاده نمود (جدول ۵). برنامه‌های بهنژادی گل داوودی روی ویژگی‌های مهم از جمله ویژگی‌های زینتی مثل اندازه و شکل گل، کیفیت تولید و پاسخ به شرایط محیطی متمرکز شده است (Longton *et al.*, 1999; Shafee, 2008).

تعداد ردیف گلبرگ (گلچه‌های زبانه‌ای)

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) ژنوتیپ‌های مختلف از لحاظ این صفت تفاوت معنی‌دار آماری داشتند. ضریب همبستگی این صفت تنها قطر گل و طول دوره گل‌دهی مثبت و معنی‌دار بود، و با سایر صفات همبستگی معنی‌داری نداشت (جدول ۵). به این معنی که با افزایش تعداد ردیف گلبرگ، قطر گل و طول دوره گل‌دهی نیز افزایش داشته است. با توجه به معنی‌دار شدن ضرایب همبستگی ژنتیکی این صفت با صفات فوق‌الذکر می‌توان عمل گزینش را برای هرکدام از صفات به منظور افزایش صفت دیگر انجام داد. ضریب تغییرات فنوتیپی و ژنتیکی این صفت نسبتا بالا بوده به عبارت دیگر از تنوع متوسطی برخوردار می باشد، لانگتون و همکاران (Longton *et al.*, 1999) و سیروهی و همکاران (Sirohi et al., 2000) نیز همبستگی بالایی بین این صفت با طول دوره گلدهی برآورد نمودند. وراثت‌پذیری این صفت نسبت به سایر صفات نسبتا بالا (۵۱/۲ درصد) بوده، به عبارت دیگر سهم ژنتیک در بروز این صفت و تنوع آن بالا می‌باشد که میتوان از این صفت جهت انتخاب ژنوتیپ‌های برتر استفاده نمود (جدول ۴). نهایتا ژنوتیپ B136 دارای بیشترین تعداد ردیف گلبرگ بود (جدول ۷).

طول گلبرگ (گلچه‌های زبانه‌ای)

تفاوت معنی‌دارآماری بین ژنوتیپ‌ها در طی سه سال برای این صفت مشاهده نگردید (جدول ۳)، همچنین ضریب همبستگی معنی داری با سایر صفات مشاهده نگردید (جدول ۵). اما وراثت‌پذیری عمومی بالایی در مورد این صفت مشاهده گردید که می‌توان مستقل از سایر صفات نسبت به انتخاب ژنوتیپ‌های با طول گلبرگ بیشتر اقدام نمود (جدول ۴). ژنوتیپ‌های 48، A87 و A143 دارای گلبرگ های بلندتری بودند (جدول ۳،۶ و ۷). پاتیل و همکاران (Patil *et al.*, 1992) و راگاوا و همکاران (Raghava *et al.*, 1992) نیز وراثت-پذیری بالایی برای طول گلبرگ برآورد نمودند.

وزن تر گل

بین ژنوتیپ‌ها درمورد این صفت تفاوت معنی‌دار آماری وجود داشت (جدول ۳) ضریب همبستگی این صفت تنها با طول دوره گل دهی و وزن خشک گل معنی‌دار بوده و با سایر صفات ارتباط معنی-داری مشاهده نگردید (جدول ۵). و نیز وراثت‌پذیری این صفت نسبت به سایر صفات پایین (۱۷/۶ درصد) بوده به عبارت دیگر سهم ژنتیک در بروز این صفت نسبت به سایر صفات پایین می‌باشد (جدول ۴). سیروهی و همکاران (Sirohi *et al.*, 2000)، لانگتون و همکاران (Longton *et al.*, 1999) نیز تنوع قابل ملاحظه‌ای از لحاظ این صفت مشاهده نمودند.

جدول ۳- تجزیه مرکب صفات اندازه گیری شده ژنوتیپ‌های داوودی طی سه سال

Table 3- Combined-ANOVA for the measured traits in Chrysanthemum during three years (Combined analysis)

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادي Degree of freedom	میانگین‌مربعات Mean of squares						
		تعداد گل در بوته Number of flower per plant	طول دوره گلدهی Period of flowering	قطر گل Flower Diameter	تعداد ردیف گلبرگ Number of petal row	طول گلبرگ Petal length	وزن تر گل Flower fresh weight	وزن خشک گل Flower dry weight
سال Year	2	46414.91*	5778.03*	629.13ns	12.74ns	495.87ns	411.64ns	3781.81ns
بلوک درون سال Replication in year	6	10642.30**	1315.76*	286.07ns	2429.45**	864.17*	836.22**	8425.13**
ژنوتیپ Genotype	19	7410.25*	1732.61*	704.42ns	1866.31**	601.83ns	1101.37**	26681.15*
ژنوتیپ×سال Genotype×Year	38	4224.28ns	434.68ns	1201.82**	780.67ns	417.65ns	996.88*	2267.21ns
خطا Error	114	3873.07	577.99	545.84	877.66	374.63	157.08	1874.76

n.s، ** و * به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد.

ns, ** and *: non-significant, significant at $p≤0.01$ and $p≤0.05$, respectively.

جدول ٤- برآورد اجزای واریانس، ضرایب تغییرات فنوتیپی، ژنوتیپی و وراثت‌پذیری عمومی برای صفات مختلف گل داوودی
Table 4- Estimation of variance components, phenotypic, genotypic coefficients of variation and heritabilty for different traits in Chrysanthemum

صفات Traits	وراثت پذیری عمومی Heritability (%)	واریانس Estimation of	اجزای components of	برآورد variance	تغییرات Variation	ضریب Coefficient
		فنوتیپی Phenotypic	ژنوتیپی Genotypic	محیطی Environment	فنوتیپی Phenotypic	ژنوتیپی Genotypic
تعداد گل در بوته Number of flower per plant	21	732.61	153.84	577.99	67.66	17.947
طول دوره گلدهی Period of flowering) (day)	58.5	1101.37	644.301	157.08	48.286	27.197
قطرگل Flower Diameter (mm)	61.2	26681.15	16328.863	1874.76	39.842	32.751
تعداد ردیف گلبرگ Number of petal row	51.2	704.42	360.663	545.84	48.370	15.989
طول گلبرگ Petal length (mm)	53.9	7410.25	3993.99	3873.07	50.681	28.193
وزن تر گل Fresh weight of flower (g)	17.6	1866.31	328.47	877.66	55.013	32.558
وزن خشک گل Dry weight of flower (g)	12.5	601.83	75.228	374.73	35.448	20.311

وزن خشک گل

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس بین ژنوتیپ‌ها از نظر این صفت طی سه سال تفاوت معنی‌دارآماری مشاهده گردید (جدول ۳). ضریب همبستگی این صفت با قطر گل و وزن تر گل مثبت و معنی دار و با تعداد گل در بوته منفی و معنی‌دار بود (جدول ۵)، به این معنی که هرچه قطر گل و وزن تر گل افزایش یافته وزن خشک گل نیز افزایش یافته است. با افزایش تعداد گل در بوته، وزن خشک گل کاهش یافته است (جدول ۵). ضریب تغییرات فنوتیپی و ژنتیکی این صفت پایین (به‌ترتیب ۳۵/۴۴ و ۲۰/۳۱ درصد) بوده به عبارت دیگر از تنوع پایینی برخوردار می‌باشد، و نیز وراثت‌پذیری این صفت نسبت به سایر صفات پایین (۱۲/۵ درصد) بوده به عبارت دیگر سهم ژنتیک در بروز این صفت نسبتا پایین و تنوع آن کم است (جدول ۴). صالحان و نظریان فیروزآبادی (Salehan *et al.*, 2017) نیز تنوع قابل ملاحظه ای در وزن خشک گل داوودی ملاحظه نکردند که با نتیجه حاصل از آزمایش ما مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری

بررسی خصوصیات مورفولوژیک، فنولوژیک و زراعی از جمله اولین قدم‌ها برای بررسی اولیه ژرم‌پلاسم بوده و به عنوان اطلاعات پایه برای به‌نژادگر در امر بررسی تنوع ژنتیکی دارای اهمیت ویژه‌ای است (Salehan *et al.*, 2017). ژنوتیپ‌های 48، A87 و A143 تفاوت معنی‌داری با سایر ارقام داشته و دارای گلبرگ‌های بلندتری بودند. ژنوتیپ B136 بیشترین تفاوت معنی‌دار را در تعداد ردیف گلبرگ با سایر ژنوتیپ‌های بررسی شده در سه سال پژوهش داشت (جدول ۷). ژنوتیپ ۳۱ با چهل و سه روز طول دوره گل‌دهی بالاترین طول گل دهی را نسبت به سایر ژنوتیپ‌های بررسی شده در طی سه سال به خود اختصاص داد. ژنوتیپ C85 با تعداد ۲۰۲ گل در هر بوته تفاوت معنی‌داری با سایر ژنوتیپ‌ها داشته و دارای بیشترین تعداد گل در هر بوته است (جدول ۶). نتایج این مطالعه نشان داد که صفات قطرگل، طول دوره گل‌دهی، طول گلبرگ و تعداد ردیف گلبرگ به ترتیب بالاترین وراثت‌پذیری (بالای ۵۰ درصد) را داشته که نشان‌دهنده این‌است که عمل گزینش برای این صفات موثر بوده و می‌توان از این صفات جهت بهبود و اصلاح ارقام، در برنامه‌های اصلاحی آینده استفاده نمود. همچنین پیشنهاد می‌شود که صفاتی از قبیل رنگ گلبرگ‌ها و مقاومت به آفات مهم (ازجمله شته سیاه داوودی، تریپس غربی گل) و بیماری‌های مهم (ازجمله پژمردگی فوزاریومی، ورتیسلیومی و لکه برگی) نیز مورد بررسی و اندازه‌گیری قرار گیرد تا اگر تفاوت معنی‌دار آماری در آنها مشاهده گردید نسبت به انتخاب ژنوتیپ‌های برتر در بین آنها اقدام شود. بنابراین پیشنهاد می‌گردد که

ژنوتیپ‌ها از نظر تفاوت در سطح DNA جهت بررسی تنـوع ژنتیکـی دقیــق‌تـر، از نشــانگرهای مولکــولی مختلــف بخصــوص DNA Barcoding, SSR و ... استفاده نمود تا تفاوت این ژنوتیپ‌ها در ایـن سطح مشخص گردد تا اگر مقاومت به بیماری وآفت خاصـی در آنهـا مشاهده شد مارکر پیوسته با آن نیز یافت و جهت گزینش ژنوتیپ‌های برتر و مقاوم از آن استفاده نمود.

جدول ۵- ضرایب همبستگی فنوتیپی (پایین قطر) و ژنوتیپی (بالای قطر) بین صفات مختلف در ژنوتیپ‌های گل داوودی (n=20)

Table 5- Phenotypic (below of diagonal), genetic (above of diagonal) correlation coefficient of traits in chrysanthemum genotypes

صفات Traits	1	2	3	4	5	6	7
تعداد گل در بوته -1 Number of flower per plant	1	-0.46*	0.16	0.01	-0.43*	-0.16	-0.44*
طول دوره گلدهی-2 Period of flowering (days)	-0.49*	1	0.80**	0.51*	-0.61**	0.36	0.24
قطر گل-3 Flower Diameter (mm)	0.18	0.82**	1	0.40*	-0.51*	0.35	0.38*
تعداد ردیف گلبرگ-4 Number of petal row	0.02	0.52**	0.41*	1	0.01	-0.05	0.31
طول گلبرگ-5 Petal length (mm)	-0.44*	-0.67**	-0.52**	0.01	1	-0.02	-0.06
وزن تر گل-6 Flower fresh weight (g)	-0.17	0.38*	0.36	-0.07	-0.03	1	0.57**
وزن خشک گل-7 Flower dry weight (g)	-0.45*	0.25	0.39*	0.33	-0.08	0.59**	1

ضرایب همبستگی بزرگتر از ۰/۳۷۸ و کوچکتر از ۰/۳۷۸- در سطح احتمال ۵ درصد و ضرایب همبستگی بزرگتر از ۰/۵۱۶ و کوچکتر از ۰/۵۱۶- در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار هستند.

Correlation coefficients greater than 0.378 and less than -0.378 at the 5% of probability level and correlation coefficients greater than 0.516 and less than -0.516 at the 1% of probability level are significant.

جدول ٦- صفات طول دوره گل‌دهی، تعداد گل در بوته، قطر گل و وزن تر گل در ژنوتیپ‌های داوودی

Table 6- The traits of flowering period, number of flowers per plant, flower diameter and fresh weight of flower in *Chrysanthemum morifolium* genotypes

وزن تر گل Flower fresh weight	شماره ژنوتیپ‌ها No. Genotype	قطر گل Flower Diameter (mm)	شماره ژنوتیپ‌ها No. Genotype	تعداد گل در بوته Number of flower per plant	شماره ژنوتیپ‌ها No. Genotypes	طول دوره گل‌دهی Period of flowering (day)	شماره ژنوتیپ‌ها N0.Genotypes
167.37a	6	76.81a	9	202a	19	43a	13
153ab	9	73.06ab	11	188ab	7	31b	14
142.67ab	5	67.10abc	19	188ab	4	29b	8
140.67ab	17	62.83a-d	10	187ab	16	26b	12
139.67ab	3	51.35a-e	8	187ab	9	25b	17
121.33ab	13	49.49a-f	1	187ab	11	25b	16
120.33ab	11	47a-f	3	186ab	2	24b	19
110.5ab	4	45.1b-f	15	111 abc	1	23b	3
95.67b	16	43.11b-f	12	109 abc	3	22b	2
90.67b	1	41.01c-f	16	104.5 abc	12	21b	9
88.67b	19	40.5c-f	18	99.9 abc	8	20b	7
86b	12	38.6c-f	6	95.67 abc	5	20b	4
82.4b	14	36.62c-f	2	93 abc	17	20b	5
82b	8	35.11c-f	4	92 abc	20	20b	1
75.41b	15	34.38def	7	87.5 abc	15	18bc	11
74b	20	28.4ef	14	78.33 abc	10	17bc	15
73b	18	27.14ef	5	54.3bcd	13	16c	10
46.33bc	7	23.12ef	20	35.2cd	14	15c	18
33.19bc	10	20.2f	17	24.3 cd	6	13c	6
5.4d	2	18.45f	13	5e	18	7c	20

در هر ستون و برای هر تیمار آزمایش، تفاوت بین میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار نیست.

In each column and for each experimental treatment, the difference between the means having at least one common letter is not significant at the 1% of probability level based on Duncan's multiple ranges test.

جدول ۷- صفات وزن خشک گل، طول گلبرگ و تعداد ردیف گلبرگ در ژنوتیپ‌های داوودی

Table 7- The flower dry weight, petal length and number of petal rows in *Chrysanthemum morifolium* genotypes

تعداد ردیف گلبرگ Number of petal row	شماره ژنوتیپ‌ها No. Genotypes	طول گلبرگ Petal length (mm)	شماره ژنوتیپ‌ها No. Genotypes	وزن خشک گل Flower dry weight (g)	شماره ژنوتیپ‌ها No. Genotypes
32a	6	65.88a	17	33a	6
25ab	5	55ab	5	27a	9
22b	9	44.15ab	9	26.94ab	5
17b	11	38.47b	11	24.13abc	17
14b	13	36.73b	10	12.7abcd	3
10b	2	32.1b	19	11.13bcde	13
9b	10	26.01b	8	10.63bcde	11
7b	17	23.92b	1	9.94cde	4
6b	16	22.57b	15	9.46cde	16
5b	7	22.21b	16	9.19cde	1
4b	15	21.33b	18	8.95cde	19
4b	14	20.22b	3	8.58cde	12
4b	3	19.67b	2	8.5cde	14
4b	19	18.15b	7	8.4cde	8
4b	12	17.96b	6	8.1cde	15
4b	8	17.43b	14	7.9cde	20
1b	20	14.73b	4	7.64cde	18
1b	4	14.48b	20	6.94de	7
1b	18	13.79b	13	3.75e	10
1b	1	12.10a	12	1.12f	2

در هر ستون و برای هر تیمار آزمایش، تفاوت بین میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار نیست.

In each column and for each experimental treatment, the difference between the means having at least one common letter is not significant at the 1% of probability level based on Duncan's multiple range test.

منابع

1- Abdmishani, S., & Shahnejat-Boushehri, A. (2000). *Supplementary breeding plants*. Vol.1 Publication of Tehran University. (In Persian)

2- Arora, J.S. (1999). *Introductory ornamental horticulture*. Kalyani Publishers. India.

3- Bhatt, G.H. (1973). Significance of path coefficient analysis in determining the nature of character association. *Euphytica* 22: 338-343. https://doi.org/10.1007/BF00022643.

4- Christopher, B. (2003). *The royal horticultural society A-Z encyclopedia of garden plants*. Pub. Garden book. London.

5- Desh, R., Mesrs, R., & Lord Raj, D. (1998). Genetic variability in gladiolus. *Journal of Ornamental Horticultural* 4: 1-8.

6- Hegde, M.V., Rajendra, P., & Harish, S. (1997). Path analysis studies in gladiolus. *Advances in Agricultural-Research in India* 8: 37-39. https://doi.org/10.31018/jans.v10i1.1607.

7- Kearsey, M.J., & Pooni, H.S. (1996). *The genetically analysis of quantitative traits*. Chapman & Hall. 380 pp. http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4899-4441-2.

8- Langton, F., Benjamin, L.R., & Edmondson, R.N. (1999). The effect of crop density on plant growth and variability in cut-flower chrysanthemum (*Chrysanthemum morifolium* Ramat). *Journal of Horticultural Science and Biotechnology 74*(4): 493-50. https://doi.org/10.1080/14620316.1999.11511142.

9- Moradiashour, B., Rabeie, M., Shiran, B., & Houshmand, S. (2019). Evaluation of genetic variation and heritability of some fruit traits in pomegranate genotypes. *Journal of Horticultural Science 32*(4): 555-566. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/jhorts4.v32i4.67158.

10- Patil, A., Hemalata, B., & Nalawadia, U. (1992). Variability studies in chrysanthemum. *Progressive Horticulture 24*(1-2): 35-59.

11- Raghava, S., Negi, S., & Nancharaiah, D. (1992). Genetic variability, correlation and path analysis in chrysanthemum. *Indian Journal of Horticulture 49(*2): 200-204.

12- Salehan, S.M., & Nazarian, F. (2017). Phylogenetic analysis of *Chrysanthemum morifolium* cultivars by rpoC chloroplastic gene sequencing and morphological traits. *Plant Genetic Researches 4*(1): 89-103. (In Persian). http://dx.doi.org/10.29252/pgr.4.1.89.

13- Sandhu, G., Sharma, SC., & Arora, JS. (1993). Association among morphological traits in Gladiolus. *Punjab Horticultural Journal 30*(1-4): 191-195. https://doi.org/10.1590/2447-536X.v26i1.2027.

14- Sarangi, DK., Malla, G., Biswas, MR., & Chattopachyay, TK. (1994). Studies on genetic variability in Gladiolus. *Journal of Ornamental Horticicultural 15*(2): 144-146.
15- Shafee, M.R. (2008). Crossing of among chrysanthemum clones, creating variation for introducing new cultivars. Final Reports of Research Design. 87/1416. (In Persian)
16- Sharma, J R. (1998). *Statistical and biometrical techniques in plant breeding*. H. S. Pop; India. 432 PP.
17- Sirohi, PS., & Behera, TK. (2000). Genetic variability in chrysanthemum. *Journal of Ornamental Horticulture New Series 3*(1): 34-36. https://doi.org/10.5958/2249-880X.2018.00001.4.